CONTENIDO

Pág.

1. OBJETIVO/ *OBJECTIVE* 2

2. ALCANCE/ *SCOPE* 2

3. TÉRMINOS, DEFINICIONES Y ABREVIATURAS/ *TERMINOLOGY, DEFINITIONS AND ABREVIATIONS* 2

4. GENERALIDADES/ *GENERALS* 3

4.1 Símbolos y abreviaturas/ *Abbreviations and Symbols* 3
4.2 Método de Calibración/ *Calibration Method* 4

5. DESCRIPCIÓN/ *DESCRIPTION* 5

5.1 Instrumentos de referencia/ *Reference Instruments* 5
5.2 Operaciones Previas/ *Previus Operations* 6
5.3 Proceso de Calibración/ *Calibrations Process* 6
5.4 Toma y Tratamiento de Datos/ *Taking and treating data* 7

6. ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE/ *ESTIMATING UNCERTAINTY* 8

6.1 Incertidumbre de medida del sistema de calibración/ *Calibration system measurement uncertainties* 9
6.2 Incertidumbre de medida de la corrección/ Correction measurement uncertainty 10
6.3 Cálculo final de la incertidumbre de medida/ *Final calculation of measurement uncertainty* 11

7. REFERENCIAS/ *REFERENCES* 12

8. ANEXOS/ *ANNEX* 12

9. DOCUMENTACIÓN RELACIONADA/ *RELATED DOCUMENTS* 12

COPIA CONTROLADA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Nombre: Carlos Porras Porras Luis Suárez Ciro Alberto Sánchez Cargo: Jefe Laboratorios de Metrología Responsable laboratorio Profesional Fecha: 2011-08-04	Nombre: Alejandro Giraldo López Cargo: Delegado para la Protección del Consumidor y Metrología Fecha: 2011-08-09 Firma: (original firmado)	Nombre: Javier Ricardo Niño Vicentes Cargo: Representante de la Dirección para Calidad Fecha: 2011-08-12 Firma: (Original firmado)

Cualquier copia impresa, electrónica o de reproducción de este documento sin la marca de agua o el sello de control de documentos, se constituye en copia no controlada.

1. OBJETIVO/ *OBJECTIVE*

Este procedimiento tiene por finalidad establecer y definir las operaciones a seguir en las calibraciones de termómetros conjunto indicador más sensor, también denominados termómetros digitales, por el método de comparación en el Laboratorio de Calibración - Temperatura.

This procedure intends to establish and define the operation to be followed when calibrating thermometers with indicators and sensors, also known as digital thermometers, though the comparison method set out by the Laboratory for Temperature Calibration.

2. ALCANCE/ *SCOPE*

Este procedimiento se aplica a los termómetros conjunto indicador más sensor ó termómetros digitales con indicación en unidades de temperatura (°C, °F, K) y con sensores de resistencia, termopar, circuito integrado, etc., y que se calibran en medios isotermos de temperatura controlada, en un rango de temperaturas de - 72 °C a 1 200 °C.

This procedure applies to thermometers with indicator plus sensor or digital thermometers with temperature units indication (°C, °F, K) and with resistance sensors, thermocouples, integrated circuit, etc and which are calibrated in controlled temperature isothermal environments within a range of temperatures - 72°C to 1200°C.

La calibración de los termómetros se realiza con referencia a termómetros patrones calibrados con referencia a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, ITS-90 [1].

The calibration of the thermometers is achieved with reference to control thermometers calibrated themselves with reference to the International Temperature Scale 1990, ITS-90 [1].

3. TÉRMINOS, DEFINICIONES Y ABREVIATURAS/ *TERMINOLOGY, DEFINITIONS AND ABREVIATIONS*

HISTÉRESIS: Propiedad de un instrumento de medida cuya respuesta a una señal de entrada determinada, depende de la secuencia de las señales de entrada precedentes.

HYSTERESIS: The property of a measuring instrument whose response to a determined entered signal depends on the sequence of the previous entered signals.

TERMÓMETRO: Conjunto indicador más sensor o termómetro digital. Instrumento de medición dedicado a mediciones de temperatura con una indicación digital en unidades de temperatura: °C, °F, K. Constituido por un indicador y un sensor.

COPIA CONTROLADA

THERMOMETER: Combined indicator plus sensor or digital thermometer. Measurement instrument designed for temperature measurements with digital indication in temperature units: oC, oF, K. composed of a sensor and an indicator.

SENSOR DE RESISTENCIA DE PLATINO: Termómetro con un alambre de platino encapsulado en un tubo protector y conectores que cambia su resistencia eléctrica cuando cambia la temperatura ambiente.

PLATINUM RESISTANCE SENSOR: Thermometer with platinum wire encapsulated within a protector pipe and connectors that change their electric resistance when there is a change in the ambient temperature.

TERMISTOR: Sensor construido con un material semiconductor cuya resistencia varía con la temperatura.

THERMISTOR: Sensor built of a semi-conductive material which resistance varies in line with the temperature.

TERMOPAR: Par de conductores de distinto composición unidos en uno de los extremos, con objeto de formar un sensor para la medida de temperatura por efecto termoeléctrico.

THERMOCOUPLE: Pair of conductors of different composition joined at one end to create a sensor in order to measure temperature thermoelectrically.

RESOLUCIÓN: La menor diferencia de indicación de un dispositivo visualizador digital, diferencia de la indicación que corresponde al cambio de una unidad en la cifra menos significativa.

RESOLUTION: The resolution of a sensor is the smallest change it can detect in the quantity that it is measuring, i.e. the least significant digit will change.

4. GENERALIDADES/ *GENERALS*

4.1 Símbolos y abreviaturas/ *Abbreviations and Symbols*

ITS90 Escala Internacional de Temperatura vigente a partir del año 1990. En español EIT90. Internacional Temperatura Scale 90

C Corrección del termómetro/ *Thermometer correction*

°C Símbolo de la unidad de temperatura de la escala Celsius, denominada grado Celsius/ *Symbol for Celsuis temperature scale unit called degrees Celsius*

K Símbolo de la unidad de temperatura denominado Kelvin (se omite la palabra grado)/ *Symbol for the unit of temperature Kelvin (no need to use the word degrees)*

SPRT Termómetro patrón de resistencia de platino utilizado para interpolar valores entre puntos fijos

COPIA CONTROLADA

de la ITS-90 desde - 200 °C hasta 660 °C/ *Standard Platinum Resistance Thermometer used for interpolating values between fixed ITS-90 points from - 200°C to 660°C.*

PRT: Termómetro de resistencia de platino/ *Platinum resistance thermometer*

PRT Pt100 Termómetro de resistencia de platino que tiene una resistencia de 100 Ω a 0 °C/ *Platinum resistance thermometer with a resistance of 100 Ω to 0°C.*

4.2 Método de Calibración/ *Calibration Method*

La calibración por el método de comparación se realiza en un medio isotermo en el que se localizan los termómetros.

Calibration through the comparison method is made in an isothermal environment in which are placed the thermometers.

La calibración por comparación de un termómetro de lectura directa consiste en calcular la corrección del termómetro, C, es decir, la diferencia entre la temperatura del medio de comparación que indican los patrones, t_P, y la indicada por el termómetro, t_x, con sus correcciones, en cada punto de calibración:

Calibration by comparison of a direct reading thermometer consists of calculating the thermometer correction, C, this means, the difference between the temperature of the media of comparison - indicated by the control thermometers, t_P, and the temperature indicated by the thermometer under calibration, t_x, with their corrections at each calibration point.

$$C = t_P - (t_x + \delta t_{x_res} + \delta t_{x_s}) \qquad (1)$$

donde, se han tomado en cuenta las posibles correcciones por resolución y repetibilidad.

Where there have been take into account the possible corrections because of resolution and repeatability.

La temperatura indicada por los termómetros patrones, t_P, es la media de las lecturas de los dos termómetros patrones utilizados, t_{P1} y t_{P2}, ya corregidas según los resultados de sus certificados de calibración y con una serie de correcciones adicionales:

The temperature indicated by the control thermometers, t_P, is the average of both control thermometer readings, t_{P1} y t_{P2}, already corrected based on the calibration certificate results and with a series of additional corrections:

COPIA CONTROLADA

$$t_P = t_P(t_{P1}, t_{P2}) + \delta t_{Es} + \delta t_{UN} + \Sigma_i (\delta t_{P1})_i + \Sigma_i (\delta t_{P2})_i \qquad (2)$$

Donde, se han tenido en cuenta las posibles correcciones debidas a la estabilidad y uniformidad del baño y las debidas a la incertidumbre de medida de calibración, deriva y resolución de los termómetros patrones.

Where there have been taken into account the possible corrections due to the bath stability and uniformity and those due to the control thermometers calibration measurement uncertainty, drift and resolution.

5. DESCRIPCIÓN/ *DESCRIPTION*

5.1 Instrumentos de referencia/ *Reference Instruments*

- Baño de agua y etanol marca FLUKE – Hart Scientific, modelo 7381
- Baño de aceite, marca ASL
- Baño de sales, marca Heto, modelo KB41
- Horno Techne
- Horno ASL B700
- Dos hornos Isotech Medusa
- Horno FLUKE 9112B
- Horno Heraeus
- Dos termorresistencias SPRT, marca Rosemount, modelo 162CE, series 3087 y 3076, rango de trabajo - 38 °C a 660 °C. Dos termorresistencias SPRT, marca Fluke, series 0474 y 0480, rango de trabajo - 200 °C a 0 °C
- Puente ASL F700
- Resistor de referencia 25 Ω
- Computador personal.
- Vasos Dewar de 5 L.
- Desionizador de agua
- Molino de hielo
- Dos termopares de metal noble, tipo S
- Dos termopares de metal noble, tipo B
- Nanovoltímetro Keithley 181

- *Water and Ethanol bath brand: FLUKE – Hart Scientific, model 7381*
- *Oil Bath, brand: ASL*
- *Salt bath, brand: Heto, model KB41*
- *Techne Oven*
- *Oven ASL B700*
- *Two ovens Isotech Medusa*
- *Oven FLUKE 9112B*
- *Oven Heraeus*

COPIA CONTROLADA

- *Two Thermo-resistor SPRT, brand: Rosemount. Model 162CE, series 3087 and 3076, working range - 38°C to 660 °C. Two Thermo-resistor SPRT, brand: Fluke series 0474 and 0480, working range - 200°C to 0 °C*
- *Bridge ASL F700*
- *Reference resistor 25 Ω*
- *Personal Computer*
- *5L Dewar Glasses*
- *Water De-ionizer*
- *Ice-Mill*
- *Two noble metal thermocouples, type S*
- *Two noble metal thermocouples, type B*
- *Keithley 181 nanovoltmeter*

5.2 Operaciones Previas/ *Previus Operations*

Montaje de los termómetros: Ver LM01-TE-I03 Instructivo para el montaje de los termómetros en los medios de comparación.

Thermometers Assembly: See LM01-TE-I03 Thermometer Assembly Instructions within the media of comparison.

5.3 Proceso de Calibración/ *Calibrations Process*

Ajuste: Si el termómetro tiene posibilidad de ajuste, se realizarán las medidas previas necesarias para determinar si el termómetro necesita ajuste.

Adjustment: If the thermometer has the possibility of adjustment, the necessary previous measurements must be taken to determine whether the thermometer requires adjustment.

Para el ajuste se siguen las instrucciones del manual técnico del termómetro a calibrar. El ajuste sólo se hará si el cliente lo desea y tras anotar las correcciones del termómetro antes del ajuste, según lo indicado anteriormente.

For the adjustment, the technical instructions manual of the thermometer to be calibrated must be followed. The adjustment will only be made if the client desires so and only after having recorded the thermometer corrections according to the above indications.

Calibración: Se comienza la calibración en el punto de temperatura más baja. La calibración se realizará en puntos de temperaturas crecientes. Es conveniente repetir el primer punto después de llegar a la temperatura más alta, para comprobar que la estabilidad del termómetro durante la calibración es coherente con las contribuciones de incertidumbre que se han tenido en cuenta.

COPIA CONTROLADA

Calibration: Calibration starts at the lowest temperature point. Calibration will be made at points of increasing temperatures. It is convenient to repeat the first point after reaching the highest temperature, in order to verify that the thermometer stability during calibration is coherent with the uncertainty contributions that have been kept in mind.

Profundidad de inmersión: Cuando sea posible el termómetro debe calibrarse a la misma inmersión de uso normal. Sin embargo, los termómetros deben tener una inmersión suficiente para compensar las pérdidas o ganancias de calor a altas y bajas temperaturas, respectivamente.

Depth of Immersion: when possible, the thermometer must be calibrated at the same depth of immersion as with normal use. However, the thermometers must be immersed deep enough to compensate heat gain or loss at low and high temperatures respectively.

Procedimiento de medida: Se usan dos termómetros patrones para tener una comprobación cruzada de uno a otro patrón y el sistema de calibración. Para reducir los efectos de deriva en el medio de comparación se sigue la secuencia de medición:

Measurement procedure: Two control thermometers are used in order to obtain a crossed comparison between both controls and the calibration system. In order to reduce the drift effects within the media of comparison there must continue the measuring sequence:

$$t_{P1}, t_{X1}, t_{X2} .... t_{Xn}, t_{P2}, t_{P2}, t_{Xn} .... t_{X2}, t_{X1}, t_{P1}$$

donde, t_{P1} y t_{P2} son las temperaturas de los dos termómetros patrones y t_{X1}, t_{X2} .... t_{Xn} son las temperaturas de los termómetros a ser calibrados.

Where, t_{P1} y t_{P2} are the two control thermometer temperatures and tX1, tX2 .... tXn are the temperatures of the thermometers to be calibrated.

Se repite la secuencia para obtener cuatro medidas de cada instrumento.

The sequence must be repeated in order to obtain four readings for each instrument.

5.4 Toma y Tratamiento de Datos/ *Taking and treating data*

Ajuste: Si se realiza un ajuste del equipo, se anotarán las medidas previas realizadas, que se incluirán en el certificado de calibración.

Adjustment: If there are adjustments to the equipment, the previous taken measurements must be recorded, and they shall be included in the calibration certificate.

Calibración: Para cada punto de calibración se anotarán los siguientes datos:

COPIA CONTROLADA

Calibration: The following data must be recorded for each calibration point:

- Aplicando las correcciones, por ejemplo las provenientes del certificado de calibración de los termómetros patrones, se calculan los valores medios y las desviaciones típicas). La temperatura del medio de comparación tP se toma del valor medio de los resultados de tP1 y tP2.

  Applying corrections, for example those that come from the control thermometers calibration certificate, the average values and typical deviations must be calculated. The temperature in the media of comparison tP is taken from the average value of the results for tP1andy tP2.

- Los valores en grados que indica el termómetro a calibrar, txi, de los que se calculará la media, tx y la desviación típica.

  The values in degrees indicated by the thermometer to be calibrated, txi, from which the average will be deducted, tx and the typical deviation.

La corrección, *C*, según:

The correction, C, according to:

$$C = t_P - t_x \qquad (3)$$

Los resultados de la calibración se indicarán en una tabla donde aparezca para cada punto de calibración: la temperatura del medio de comparación que es la media de la temperatura de los patrones (media de t_{P1} y t_{P2}), la temperatura del termómetro (t_X), corrección (*C*) e incertidumbre de medida con su factor de cobertura y nivel de confianza.

The calibration results will be indicated on a table where there will be shown for each calibration point: the media of comparison temperature which is the average of the control thermometers temperature (average of t_{P1} y t_{P2}), the temperature of the thermometer under calibration (t_x), correction (C) and average uncertainty with coverage factor and confidence level.

6. ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE/ *ESTIMATING UNCERTAINTY*

Cálculo de la incertidumbre de medida/ *Calculus of measurement uncertainty*

Para el cálculo de las incertidumbres de medida, se siguen las recomendaciones dadas en JCGM 100:2008 GUM 1995 with minor corrections, [2].

To calculate measurement uncertainty, follow recommendations given in JCGM 100:2008 GUM 1995 with minor corrections, [2].

COPIA CONTROLADA

El resultado de la calibración, ecuación (1), es la corrección, donde la t_P se ha expresado por separado en la ecuación (2).

The calibration result, equation (1), is the correction where tP has been separately expressed in the equation (2).

A partir de estas expresiones, se distinguen por un lado las incertidumbres de medida del sistema de calibración (patrones y medios isotermos) y por otro las correspondientes al termómetro a calibrar.

Based on these expressions, one can recognize on one side the calibration system measurement uncertainties and on the other side the uncertainties of the thermometer to be calibrated.

6.1 Incertidumbre de medida del sistema de calibración/ *Calibration system measurement uncertainties*

La determinación de la temperatura del medio de comparación, que se hace a través del valor medio de la lectura de dos termómetros patrones se expresa según la ecuación (2), donde se considera que las correcciones de temperatura son nulas (no se hacen correcciones a la lectura de los termómetros patrones por la estabilidad ni la uniformidad del medio de comparación, ni por la incertidumbre de medida de calibración, la deriva y la resolución de los termómetros patrones), mientras que no lo son sus incertidumbres de medida.

The determination of temperature of the media of comparison, made through the average value of both control thermometer readings is expressed in equation (2), where the temperature corrections are considered as null (there are no corrections to the control thermometer readings for stability or uniformity of the media of comparison, neither due to the calibration measurement uncertainty, the drift, or the control thermometers resolution) as long as they are not their measurement uncertainties.

Para calcular la incertidumbre de medida se aplica la ley de propagación de incertidumbres en la ecuación (2):

To calculate the measurement uncertainties apply the law for uncertainty propagation in equation (2):

$$u^2(t_P) = (\delta t_{Es})^2 + (\delta t_{UN})^2 + \Sigma_i (\delta t_{P1})^2_i + \Sigma_i (\delta t_{P2})^2_i \quad (4)$$

Cada término de incertidumbre se explica a continuación:

Each one of the uncertainty terms are explained below:

δt_{Es}: incertidumbre debida a la estabilidad del medio de comparación, se toma la mayor desviación típica de las lecturas de los dos termómetros patrones.

δt_{Es}*: uncertainty due to the stability in the media of comparison, it takes the highest typical deviation of both control thermometer readings.*

COPIA CONTROLADA

δt_{UN}: incertidumbre debida a la uniformidad u homogeneidad del medio de comparación, se toma de los estudio de uniformidad del medio de comparación realizados por el laboratorio

> ***δt_{UN}**: uncertainty due to the uniformity or homogeneity of the media of comparison, it is taken from the media of comparison uniformity studies made by the laboratory.*

δt_{P1} y δt_{P2}: Las incertidumbres de medida de la calibración de los termómetros patrones que se obtienen a partir de los datos de sus certificados de calibración. Mientras que la contribución de la indicación o lectura de los termómetros patrones a la incertidumbre de medida es cero.

> **δt_{P1} y δt_{P2}**: *the calibration measurement uncertainties for both control thermometers obtained from the calibration certificates data. While the contribution of the control thermometer readings or indication to the measurement uncertainty is zero.*

δt_{d_P1} y δt_{d_P2}: Deriva de los patrones

> **δt_{d_P1} y δt_{d_P2}**: *the drift of the control thermometers*

δt_{P1_res} y δt_{P2_res}: resolución de los termómetros patrones

> **δt_{P1_res} y δt_{P2_res}**: *the control thermometers resolution*

En el Anexo 1 se tiene un ejemplo de cálculo de la incertidumbre de medida.

> *In annex 1 there is an example of calculating the measurement uncertainty.*

6.2 Incertidumbre de medida de la corrección/ Correction measurement uncertainty

La corrección del termómetro a calibrar, durante la calibración, *C*, se ha expresado en (1) teniendo en cuenta las magnitudes que intervienen en la medida.

> *The correction of the thermometer to be calibrated, during calibration, C, has been expressed in (1) taking into account the magnitudes intervening on the measurement.*

Para calcular la incertidumbre de medida se aplica la ley de propagación de incertidumbres en la ecuación (1), donde se considera que las correcciones de temperatura son nulas (no se hacen correcciones a la lectura del termómetro por resolución y repetibilidad), mientras que no lo son sus incertidumbres de medida

> *To calculate their measurement uncertainty apply the uncertainty propagation law in equation (1) where the temperature corrections are considered as null (there are no corrections to the control thermometers readings repeatability or stability) as long as they are not their measurement uncertainties.*

COPIA CONTROLADA

La contribución de la indicación o lectura del termómetro a la incertidumbre de medida es cero:

The contribution of the thermometer reading or indication to the measurement uncertainty is zero:

$$u2(C) = u2(tP) + (\delta tx_res)2 + (\delta tx_s)2 \qquad (5)$$

Cada término de la incertidumbre de medida se explica a continuación:

Each one of the measurement uncertainty terms are explained below:

u2(tP): la incertidumbre de medida calculada en el apartado 6.1

u2(tP): the measurement uncertainty calculated in section 6.1

δtx_res: la incertidumbre de medida por resolución del termómetro
δtx_res: the measurement uncertainty by the thermometer resolution

δtx_s: la incertidumbre de medida por repetibilidad de las lecturas del termómetro, se calcula con la desviación típica de las lecturas.
δtx_s: the measurement uncertainty by repeatability of the thermometer readings, calculated with the readings typical deviation.

En el Anexo 1 se realiza un ejemplo del cálculo de la incertidumbre de medida.

In annex 1 there is an example of the calculation of measurement uncertainty.

6.3 Cálculo final de la incertidumbre de medida/ *Final calculation of measurement uncertainty*

La incertidumbre combinada de medida obtenida en la ecuación (5) se multiplica por un factor de cubrimiento correspondiente al número efectivo de grados de libertad para un nivel de confianza del 95,45 %, calculado según [2].

The combined measurement uncertainty obtained in equation (5) is multiplied for a coverage factor corresponding to the effective number of degrees of freedom for a trust level of 95.45 %, calculated according to [2].

COPIA CONTROLADA

7. REFERENCIAS/ *REFERENCES*

[1] Preston-Thomas H., The International Temperature Scale of 1990 (ITS-90), *Metrologia*, 1990, **27**(1), 3-10 (amended version).

[2] JCGM 100:2008 GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement. First edition. 2008

8. ANEXOS/ *ANNEX*

Anexo 1 Ejemplo de cálculo de incertidumbres de medida

Annex 1 Example of the calculation of measurement uncertainty

9. DOCUMENTACIÓN RELACIONADA/ *RELATED DOCUMENTS*

LM01-TE-I03 Montaje de los termómetros en los medios de comparación/ *Thermometer assembly in the media of comparison.*

Fin del documento

COPIA CONTROLADA

Anexo 1/ Annex
Incertidumbre de medida del sistema de calibración/
Measurement uncertainty of the calibration system

El sistema de calibración utilizado consta de:

The calibration system used is composed of:

1) Como termómetros patrones se tienen dos termómetros con sendos sensores SPRT que dan directamente lecturas en °C, con una resolución de 0,001 °C. La media de las lecturas de los termómetros patrones es de 179,999 °C, para n = 4.

As control thermometers: two thermometers with sensors SPRT which give readings directly in °C, with a resolution of 0.001 °C. The reading average for the control thermometers is 179.999 °C, for n = 4.

2) Las incertidumbres de medida de calibración de los termómetros patrones, *U*, son de 5,0 x 10^{-3} °C para *k* = 2,00. Las correcciones de los termómetros patrones en el certificado de calibración se aplican a las lecturas de los mismos y no se incluyen en la incertidumbre de medida.

The calibration measurement uncertainties for the control thermometers, U, are 5.0 x 10-3°C for k = 2.00. The control thermometers corrections on the calibration certificate are applied to their readings and are not included within the measurement uncertainty

3) La deriva se obtiene de los históricos de las calibraciones de los termómetros patrones es de ± 0,004 °C; se toma como una distribución rectangular

The drift taken from the history of the control thermometers calibration is ± 0.004°C; it is taken as a rectangular distribution

4) El baño de aceite a 180 °C tiene una uniformidad de ± 0,012 °C; se toma como una distribución rectangular

The oil bath at 180°C has a uniformity of ± 0.012 °C; it is taken as a rectangular distribution

5) La estabilidad del baño es de 0,0029 °C, para n = 4.

La estabilidad del baño es de 0,0029 °C, para n = 4.

Con estos datos se elabora una tabla de contribuciones a la incertidumbre de medida:

The measurement uncertainty contributions table is composed of the following data:

COPIA CONTROLADA

Fuente de incertidumbre	Símbolo	Valor estimado		Tipo	Distribución	u		factor	u típica		g.L	c_i		contribución a u	%
Temperatura del baño	t_P	179,999	°C	A	N	0	°C	2,00	0,000	°C	50	1	-	0E+00	0%
Estabilidad del baño	δt_{ES}	0	°C	A	N	0,0029	°C	2,00	0,001	°C	3	1	-	1E-03	11%
Uniformidad del baño	δt_{UN}	0	°C	B	R	0,012	°C	1,73	0,007	°C	50	1	-	7E-03	51%
Calibración del termómetro patrón	δt_P	0	°C	B	N	0,005	°C	2,00	0,003	°C	50	1	-	3E-03	19%
Resolución del termómetro patrón	δt_{P_res}	0	°C	B	R	0,001	°C	3,46	0,000	°C	50	1	-	3E-04	2,1%
Deriva del termómetro patrón	δt_{d_P}	0	°C	B	R	0,004	°C	1,73	0,002	°C	50	1	-	2E-03	17%
	t_P	179,999	°C		N	1,6E-02	°C	2,00	0,008	°C	2,6E+03				100%

Incertidumbre de medida de la corrección

Correction measurement uncertainty

El termómetro que se va a calibrar es:

The thermometer to be calibrated is:

1) Un termómetro digital con una resolución de 0,01 °C, con sensor PRT Pt100

1)A digital thermometer with resolution 0.01°C, with sensor PRT Pt100

2) La repetibilidad corresponde a 0,0129 °C, para n = 4.

2)The repeatability corresponds to 0.0129°C, for n = 4.

Con estos datos se elabora una tabla de contribuciones a la incertidumbre de medida y utilizando el valor para $u(t_P)$ obtenido en el cálculo anterior

The measurement uncertainty contributions table is composed of the following data, using for u(tP) the previously obtained value:

Incertidumbres expandidas de medida

The measurement expanded uncertainties

La incertidumbre expandida de medida de la temperatura del baño es:

The expanded uncertainty of the temperature measurement of the bath is:

COPIA CONTROLADA

$$U = k \times u(tP) = 2{,}00 \times 0{,}08\ °C = 1{,}6 \times 10^{-2}\ °C$$

La incertidumbre expandida de medida asociada con el valor de la corrección del termómetro bajo calibración a 179,999 °C es:

The expanded uncertainty of measurement associated with the correction value for the thermometer under calibration at 179.999 °C is:

$$U = k \times u(tX) = 2{,}13 \times 0{,}011\ °C = 2{,}2 \times 10^{-2}\ °C$$

Resultado

Result

El termómetro a una temperatura de 180,00 °C, tiene una corrección de + 0,02 °C ± 2,2 x10^{-2} °C.

The thermometer at a temperature of 180.00°C has a correction of + 0.02 °C ± 2.2 x10^{-2}°C.

La incertidumbre expandida de medida es la incertidumbre típica de medida multiplicada por el factor de cubrimiento κ = 2,13, el cual para una distribución normal corresponde a un Nivel de Confianza de 95,45 %.

The expanded uncertainty of measurement is the typical measurement uncertainty multiplied by κ = 2.13 covering factor, which corresponds to 95,45% of confidence level for a normal distribution.

COPIA CONTROLADA